

Joakim Granbohm

Sisätilapaikannukseen perustuvat kampuspalvelut

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

15.9.2014

Tekijä Otsikko	Joakim Granbohm Sisätilapaikannukseen perustuvat kampuspalvelut
Sivumäärä Aika	29 sivua 15.9.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	digitaalinen media
Ohjaajat	lehtori Olli Alm
<p>Insinööriityön tarkoituksena oli selvittää, kuinka sisätilapaikannusta on mahdollista hyödyntää nykypäivänä ja millaisia mahdollisuuksia se avaa kampusympäristössä. Työssä selvitettiin myös, millaisilla eri tavoilla sisätilapaikannusta voidaan toteuttaa ja mitä seikkoja näissä toteutuksissa tulisi ottaa huomioon.</p> <p>Työssä selvisi, että sisätilapaikannukselle on useita toteutustapoja yksittäisen laajalti käytettävän mallin puutteen vuoksi. Työssä selvisi myös, että sisätilapaikannusta voidaan hyödyntää laajasti erilaisissa tilatietoisissa kommunikaatiopalveluissa niin kampusympäristössä kuin yleisessäkin käytössä.</p> <p>Insinööriityössä rakennettiin mobiilijärjestelmä ammattikorkeakoulun toimipisteeseen. Sen tarkoituksena oli toimia helposti muunneltavana runkona erilaisille sisätilapaikannusta hyödyntäville sovellukselle sekä Kana – Kampus Navigator -pilottikokeilun alustana.</p> <p>Mobiilijärjestelmä toteutettiin hyödyntäen Node.js-suoritusympäristöä sekä reaaliaikaisia socket-yhteyksiä. Järjestelmän paikannusmenetelmänä käytettiin sormenjälkimenetelmää, joka pohjautui WLAN-signaalivoimakkuuksiin. Kampus Navigator -puhelinsovellus toteutettiin alustariippumatonta sovelluskehystä Phonegapia käyttäen.</p> <p>Insinööriityön osana rakennettua sisätilapaikannusjärjestelmää hyödynnettiin useissa opiskelijaprojekteissa ja lisäksi sovelluksesta kehitetty versio otettiin käyttöön Stuttgartin mediakorkeakoulussa (Hochschule der Medien).</p>	
Avainsanat	sisätilapaikannus, Phonegap, Node.js, sormenjälkimenetelmä, paikannuspalvelut

Author Title	Joakim Granbohm Indoor Navigation based campus services
Number of Pages Date	29 pages 15 September 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Digital Media
Instructors	Olli Alm, Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to find out how it is possible to take advantage of indoor positioning in today's applications and the opportunities it opens up in campus environments. This thesis also covers different ways of implementing indoor positioning and what elements of these implementations should be taken into account.</p> <p>It was found that there are several ways of implementing indoor positioning due to lack of a single widely used model. It was also found that indoor positioning can be utilized in a wide variety of contextual communication applications in campus environments but also in general use.</p> <p>A mobile system was built in to a University of Applied Sciences as a part of this thesis. Its purpose was to serve as an easily modifiable backbone for a variety of positioning based applications as well as the platform for Kampus Navigator pilot application.</p> <p>The mobile system was carried out using Node.js runtime environment, as well as real-time socket connections. The system used WIFI signal strength based fingerprinting method as a positioning method. Kampus Navigator phone application was implemented using a platform-independent framework called PhoneGap.</p> <p>The mobile system built in this thesis was used during the development of a number of student works, and a system based to it was introduced in the Stuttgart Hochschule der Medien.</p>	
Keywords	Indoor navigation, Phonegap, Node.js, fingerprinting, location services

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sisätilapaikannukseen perustuvat palveluratkaisut	2
2.1	Majakkapaikannus	2
2.2	Paikallisiin herätteisiin perustuvat järjestelmät	3
2.3	Sisätilapaikannuksen sovelluskohteet	4
2.4	Yksityisyys	7
3	WLAN-tukiasemiin perustuva paikannusratkaisu	8
3.1	Paikannusratkaisu	8
	Sormenjälkimenetelmä	9
3.2	Palvelinratkaisun toteutus	11
3.3	Ylläpito	17
4	Kana – Kampus Navigator -pilotti	17
4.1	Kirjautuminen	17
4.2	Päänäkymä	18
4.3	Muiden käyttäjien seuraaminen	20
4.4	Asetukset	21
4.5	Palautteen ja kehitysideoiden kerääminen	22
4.6	Alustariippumaton puhelinsovelluskehys	23
4.7	Karttavisualisointi	24
4.8	Käyttöliittymän tietomallisidonta	25
5	Yhteenveto	27
	Lähteet	28

Lyhenteet

GPS	Global Positioning System. Satelliittien lähettämien radiosignaalien matka-ajan laskentaan perustuva paikannuskeino.
WLAN	Wireless Local Area Network. Tukiaseman läpi muodostettava kahden tai usemman tietokoneen langaton lähiverkko.
NPM	Node Packaged Modules. Node.js-palvelinympäristön pakettinhallintajärjestelmä.
BSSID	Basic Service Set Identification. Langattoman liittospisteen yksilöllinen tunniste, joka on sidottu sen laitteistoon.
SSID	Service Set Identifier. Verkon tunniste, jolla usein nimetään langaton verkko.
HTML	HyperText Markup Language. Verkkodokumenttien merkintäkieli.
CSS	Cascading Style Sheets. HTML-dokumenttien tyylittelykieli.
MVC	Model-view-controller. Ohjelmistoarkkitehtuuryyli, jonka tarkoituksena on erottaa käyttöliittymä sovelluksen tietomallista.

1 Johdanto

Paikannuksesta on tullut nykyajan sovelluksissa yhä tärkeämpi ominaisuus, ja sitä hyödynnetään monessa arkielämän laitteessa. Ulkotiloissa paikannukseen käytetään yleisesti käytössä olevaa GPS-teknologiaa. GPS ei kuitenkaan sovellu sisätiloihin, koska rakennusten rakenteelliset ominaisuudet estävät radiosignaalien kulun ja niiden kuuntelun sisätiloissa. Tämän vuoksi GPS-paikannusta ei pystytä hyödyntämään sisätiloissa lainkaan. [1; 2; 3.]

Insinöörityössä perehdytään sisätilapaikannusta hyödyntäviin sovellusratkaisuihin ja niihin pohjautuviin palveluihin, joita voidaan tarjota oppilaitosympäristössä. Työssä tehtävässä paikannusratkaisussa pyritään kiertämään GPS-tekniikan kuuluvuusongelmat sisätiloissa hyödyntämällä WLAN-signaalivoimakkuuksia. Käyttäjän päätelaite lukee WLAN-signaalien voimakkuuksia ja lähettää ne palvelimelle, joka annettujen tietojen perusteella arvioi käyttäjän sijainnin rakennuksessa. Järjestelmän sijaintitietoihin pystytään liittämään tietoa esimerkiksi huoneesta, muista käyttäjistä tai aikatauluista, ja näin järjestelmä pystyy tarjoamaan käyttäjille sijaintiin perustuvia palveluita.

Sisätilapaikannuksella voidaan tutkia ihmisten liikettä kampusalueella ja tarjota ratkaisu siellä yleisesti esiintyviin ongelmiin. Yleisiä ongelmia ovat esimerkiksi luentosalien löytäminen, luokkahuoneiden varausten tiedustelu, käyttäjien paikannus tai ruuhkautuvat kahvila- ja ruokailualueet.

Kampusalueelle tulee vuosittain satoja uusia opiskelijoita, joiden tulisi osata löytää luentosalista toiseen. Sisätilapaikannuksella voidaan helpottaa tätä ongelmaa ja samalla hyödyntää paikannuksesta saatavaa tietoa kampusalueen optimointiin tilankäytön, tilansuunnittelun ja ekologisuuden kannalta.

2 Sisätilapaikannukseen perustuvat palveluratkaisut

Gloaalien satelliittiapaikannusjärjestelmien yleistymisen jälkeen ulkotilapaikannuksesta on tullut erittäin tarkka ja paljon käytetty arkipäivän sovelluksissa. Monet kaupalliset sovellukset kuitenkin vaatisivat paikannusmenetelmän, joka soveltuu kaikkiin ympäristöihin, ja tämän vuoksi sisätilapaikannusta on kehitetty erityisen paljon viimeisen vuosikymmenen aikana.

Sisätilapaikannuksella tarkoitetaan sellaisia paikannustekniikoita, joissa ihmisen tai muun kohteen sijainti pystytään määrittelemään sisätiloissa. Tällä hetkellä sisätilapaikannukselle ei ole määritelty mitään yksittäistä standardia vaan sitä toteutetaan usealla eri tavalla.

Nykyiset sisätilapaikannusjärjestelmät vaativat usein oman laitteistonsa, minkä vuoksi jokaisen projektin tarpeet tulee analysoida ja niitä varten täytyy usein kehittää oma räätälöity ratkaisu, joka soveltuu parhaiten kyseisen tilaan tai sovellukseen. [2.]

Sisätilapaikannuksen tekniikan valintaan vaikuttaa esimerkiksi haluttu tarkkuustaso, mahdollisesti hyödynnettävät jo olemassa olevat järjestelmät, paikan rakenteelliset ominaisuudet, kehitettävän järjestelmän ylläpidettävyyys, yksityisyys, signaalin viive, päivitysnopeus sekä järjestelmän ylläpitokustannukset. [1; 2.]

2.1 Majakkapaikannus

Sisätilapaikannuksessa usein käytetty tapa on majakkapaikannus, jossa käyttäjän laite määrittelee oman sijaintinsa ennalta määritettyjen kiinteiden majakoiden avulla. Majakka on järjestelmälle sopivaa signaalia lähettävä laite, joka on asennettu kiinteästi paikkaan, jonka tarkat sijaintikoordinaatit tiedetään. Majakkapaikannus voi perustua eri tavoin välitettäviin signaaleihin: radiotaajuuteen, ultraääneen tai valoon. [2.]

Äänipohjaisessa paikannuksessa tulkitaan ilmanpaineen vaihtelua, joka aiheutuu ääniaaltojen värähtelystä. Äänipohjaisessa järjestelmässä voidaan käyttää paikannusmenetelmänä esimerkiksi ultraääntä tai kaikuun perustuvaa pulssijärjestelmää. Äänipohjaisen paikannuksen haittapuolena ovat kuitenkin lämpötilavaihtelun ja Doppler-ilmiön aiheuttamat epätarkkuudet ja lyhyt toimintasäde. [2.]

Radiosignaaleja käyttävissä järjestelmissä voidaan hyödyntää esimerkiksi WLAN-, RFID- ja Bluetooth-tekniikoita. Nämä järjestelmät koostuvat tyypillisesti radiosignaalia lähettävistä majakoista sekä päätelaitteesta, joka kulkee paikannettavan kohteen mukana. Riippuen käytetystä ratkaisusta voi päätelaite olla esimerkiksi puhelin tai avaimenperä. Päätelaitteesta riippuen se joko itse tulkitsee majakan lähettämää signaalia ja päättelee oman sijaintinsa sen mukaan tai majakka tulkitsee päätelaitteen lähettämää signaalia ja esimerkiksi tallentaa sen reitin järjestelmään myöhempää analysointia varten. [2; 4.]

2.2 Paikallisiin herätteisiin perustuvat järjestelmät

Paikallisiin herätteisiin perustuvassa järjestelmässä käytetään majakoiden sijasta ennalta määriteltäviä portteja tai alueita, joiden kautta tapahtuvaa kulkua seurataan. Kaupallisessa käytössä paikallisia herätteitä voidaan käyttää esimerkiksi kaupan tuotteiden seurantaan ja ne toteutetaan tyypillisesti Bluetooth-tekniikalla.

Eurooppalainen yritys Estimote tarjoaa paikallisiin herätteisiin soveltuvia Bluetooth-teknologiaan perustuvia pienikokoisia majakoita. Estimote Beacon -laitteet ja tarrat ovat pieniä tietokoneita, jotka lähettävät Bluetooth-signaalia. Beacon-laitteissa on Bluetooth-yhteyden lisäksi myös lämpö- ja liiketunnistimet, joilla pystytään saamaan tarkempaa tietoa ympäristöstä, jossa laite on.

Liiketunnistin huomaa, kun asiakas ottaa tuotteen käteensä, ja voi näin ollen näyttää lähellä olevassa televisiossa automaattisesti tuotteen tiedot ja varastosaldot. Päivän päätteeksi kaupan omistaja pystyy kokoamaan tiedot kaikista laitteista ja päätellä niiden perusteella, mitkä tuotteet ovat herättäneet asiakkaiden mielenkiinnon. [5.]

Paikalliseen herätteeseen perustuva paikannusmenetelmä ovat myös asuntojen automatisoidut ulkovalot. Liikettä havaitessaan ne sytyttävät valot ja avustavat henkilöä kulkemaan tai vastaavasti ilmoittavat asunnon asukkaille pihalla tapahtuvasta liikkeestä. Automatisoiduilla ulkovaloilla saatavan tiedon tarkkuus rajoittuu siihen, että järjestelmä on tietoinen vain pihalla tapahtuvasta liikkeestä, mutta minkäänlaista yksilöintiä ei pystytä suorittamaan. Mikäli järjestelmää muutettaisiin niin, että valot kytkettäisiin päälle esimerkiksi mobiililaitteella liiketunnistimen sijaista, voisi järjestelmä yksilöidä

käyttäjät ja näin tarjota tarkempaa tietoa siitä, kuka alueella on kulkenut ja mahdollisesti kytkeä päälle vain tiettyjä valoja riippuen käyttäjästä.

Rakennuksien sisätiloissa käytettävät ovisensorit ovat myös paikallisiin herätteisiin perustuva järjestelmä. Ovisensoreiden avulla voidaan seurata henkilöiden kulkua rakennuksessa niin, että jokainen oven avaava henkilökortin luku tallennetaan järjestelmään, joka seuraa ihmisten liikkeitä reaaliajassa. Ovien tai muiden porttisensoreiden huono puoli on se, että järjestelmän tarkkuuden määrittelee aina senhetkisen huoneen tai tilan koko, jossa henkilö on. Tämä saattaa osoittautua ongelmalliseksi esimerkiksi isoissa halleissa tai tehtaissa. Lisäksi järjestelmä ei sellaisenaan pysty seuraamaan, mikäli yksittäisellä ovenavauksella on kulkenut useampia ihmisiä. [2.]

Sensoripaikannuksella voidaan saavuttaa turvallisuuteen tai automaatiota vaativia paikannuksia. Tällaisia kohteita voivat olla esimerkiksi vanhainkodit. Määrittelemällä sensoriin vaikuttava pinta-ala vanhainkodeissa on mahdollista saada lattiasensoreilla tietoa siitä, onko joku huoneiden asukas pyörtynyt lattialle tai saanut sairaskohtauksen. Näihin sensoreihin voidaan kytkeä myös tieto ovien käytöstä, jolloin asukkaan liikkeitä voidaan seurata tarkasti. [6.]

Suomalainen yritys 9Solutions tarjoaa erityisesti terveysalalle suunnattuja ratkaisuja sisätilapaikannukseen. Kiireisissä paikoissa, kuten sairaalan päivystyksessä, pystyy sisätilapaikannus tarjoamaan lisäturvallisuutta sekä työntekijöille että potilaille. Potilaan sijaintia voidaan seurata rannekkeella, ja potilas pystyy hälyttämään apua samassa rannekkeessa olevasta napista. Tämä mahdollistaa sen, että hoitajan ei tarvitse seurata potilaan liikkeitä jatkuvasti ja hän pystyy tekemään samaan aikaan muita työtehtäviä. Näin sisätilapaikannus tarjoaa turvallisuuden lisäksi myös tietoja, joiden avulla voidaan optimoida ajankäyttöä paikoissa, joissa esimerkiksi henkilökunta saattaa olla ajoittain vähissä. [7.]

2.3 Sisätilapaikannuksen sovelluskohteet

Vaikka sisätilapaikannuksessa ei toistaiseksi ole yksittäistä yhdenmukaista standardia, on sitä silti hyödynnetty jo laajalti erilaisissa sovelluksissa. Yksittäisen standardin puutteen vuoksi järjestelmät kehitetään usein tapauskohtaisesti tietyn tilan tai rakennuksen tarpeisiin. Useat eri kehitystavat tarjoavat tuleville paikannusjärjestelmille pohjatietoa

siitä, mitä niillä voidaan saavuttaa, mutta eivät edesauta yksittäisen yleisen järjestelmän kehitystä tai yleistymistä.

Mainostus

Eräs sisätilapaikannuksen käyttötapa on mainostaminen ostoskeskuksissa. Käyttäjä saapuu liikkeeseen ja kytkee paikannusovelluksen päälle älypuhelimessaan. Käyttäjän kulkiessa eri osastojen läpi näyttää sovellus aina sillä osastolla olevat erikoistarjoukset. Samaa sovellusta pystyttäisiin käyttämään ostoslistojen muodostamiseen. Käyttäjä pystyy lisäämään tuotteita omalle listalleen ja tämän jälkeen navigoimaan ostoskeskuksessa tuotteen sijainnista toiseen. [8.]

Kun asiakkaille pystytään tarjoamaan hyöty ohjelman käytöstä ja näin yleistämään sitä asiakkaiden keskuudessa, voidaan ohjelmaan liittää osa-alueita sosiaalisesta mediasta. Tietyistä tuotteista ohjelmisto pystyisi tarjoamaan ylimääräisen tarjouksen, mikäli käyttäjä jakaa päivityksen sosiaalisessa mediassa, ja näin ollen laajentamaan mainostusta kaupan ulkopuolelle.

Mainosten sijaintia pystyttäisiin myös optimoimaan, kun saadaan tieto siitä, kuinka monta ihmistä on kulkenut jonkin tietyn sijainnin kautta tai saanut tietyn mainoksen laitteeseensa. Kun saadaan tarkka tieto, kuinka monta ihmistä näkee tietyn mainoksen päivässä, voidaan mainospaikkojen hintaa säädellä sen mukaan, mikä näkyvyys paikalla saavutellaan. Tätä menetelmää käyttäen voitaisiin saavuttaa fyysisessä mainonnassa sama hinnoittelumenetelmä kuin esimerkiksi internetsivujen bannerimainonnassa, jossa mainonnan hinta määräytyy sen mukaan, kuinka moni on mainoksen nähnyt. [9.]

Tilanvaraus

Oppilaitosympäristössä huoneita tai luentosaleja varataan tarpeen mukaan eri opetustapahtumille. Usein tehdään niin, että tila valitaan kurssille ilmottautuneiden henkilöiden lukumäärän perusteella. Sisätilapaikannuksella voitaisiin seurata todellisia osallistumismääriä eri luennoille ja näin varata niille jatkossa sopivankokoiset tilat tehostaen opetustilojen käyttöä. Kun opiskelija käyttää sisätilapaikannusohjelmistoa, pystyy ohjelma havaitsemaan opiskelijan senhetkisen sijainnin ja vertaamaan sitä opiskelijan kalenteriin. Mikäli kalenterissa merkityn senhetkisen opetustapahtuman luokkahuone

on sama, jossa opiskelija on, voisi ohjelmisto automaattisesti merkitä opiskelijan läsnä-olevaksi luennoille.

Ekologisuus

Kun tilojen todellista käyttöastetta ja kävijämääriä voidaan seurata reaaliajassa, pystytään tämän tiedon perusteella tekemään muutoksia ilmanvaihtoon ja lämmitykseen. Ilmanvaihtoa voitaisiin tehostaa vain tarvittaessa, kun tilassa on riittävän monta henkilöä, ja vastaavasti sen tehoa voitaisiin laskea, kun tilasta alkaa poistua ihmisiä. Sama periaate pätee lämmitykseen: kun tila on täynnä, sitä ei tarvitsisi lämmittää samalla teholla kuin sen ollessa puolityhjä.

Tilaturvallisuus

Kun sisätilapaikannusjärjestelmällä on jatkuva reaaliaikainen tieto käyttäjien sijainneista, sitä pystytään käyttämään tilaturvallisuuden parantamiseen. Tulipalon tai muun kriisitilanteen sattuessa pystytään järjestelmästä tarkistamaan rakennuksen eri osissa olevien henkilöiden sijainnit ja saamaan heti yleiskuva siitä, mitkä tilat ovat tyhjiä ja mitkä tulisi tyhjentää. Tämänkaltaisen järjestelmän heikkoutena voi kuitenkin olla saatavan tiedon luotettavuus.

Mikäli paikannus tapahtuu käyttäjien puhelimien avulla, voi käyttäjiä jäädä huomioimatta esimerkiksi tyhjentyneen akun vuoksi. Mikäli paikannusjärjestelmää haluttaisiin käyttää tilaturvallisuudessa, voitaisiin sen menetelmä vaihtaa sellaiseksi, jossa vastaavanlaisia tilanteita ei pystyisi tapahtumaan. Yksi sellaisista keinoista ovat esimerkiksi vähävirtaiset tunnistet, joiden sähkönkulutus on todella pieni ja akunkesto on jopa useita vuosia. Tunnisteiden akunkesto voitaisiin seurata esimerkiksi merkitsemällä tunnisteen luovutuspäivämäärä järjestelmään, joka ilmoittaa ajoissa, mikäli jonkun käyttäjän tunnisteen akun oletetaan loppuvan pian. [5.]

Tilasuunnittelu

Etenkin kaupallisissa tiloissa on yleistä tilojen optimointi ja asiakkaiden oletettujen kulkuväylien laskenta. Ruokakaupassa voidaan olettaa, että lähes jokaisella asiakkaalla on ostoskärryt tai ostoskori. Seuraamalla niiden liikkeitä sisätilapaikannuksella voidaan

kerätä tietoa siitä, mitkä ovat asiakkaiden todelliset kulkuväylät ja sijainnit, joissa he viettävät aikaa. Tätä tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi mainoksien keskittämisen tai ruuhkautuvien tilojen uudelleensuunnittelussa. Tilojen uudelleensuunnittelussa voidaan uudet tilat järjestellä niin, että usein yhdessä ostetut tuotteet ovat eri puolilla kauppakeskusta, ja näin myynti saadaan tehostettua asiakkaan kulkiessa kaupassa pidempiä matkoja. Oppilaitosympäristössä vastaavanlaista tietoa voidaan kerätä oppilaitoksen omalla puhelinsovelluksella, ja kerättyä tietoa voidaan hyödyntää tilojen optimoinnissa.

2.4 Yksityisyys

Sisätilapaikannuksen luonteesta riippuen se saattaa haitata käyttäjien yksityisyyttä. Järjestelmää ja sen ympärillä toimivaa ohjelmistoa suunniteltaessa tulisi yksityisyys ottaa huomioon ja kehittää sen ympärille sopivia rajoittavia tekijöitä.

Esimerkiksi oppilaitosympäristössä voisi olla toivottavaa, että opettaja ei ole opiskelijan tavoitettavissa jatkuvasti. Tämän ratkaisemiseen voidaan soveltaa esimerkiksi ankkuri-paikkoja, joissa opettajan tila näytetään. Opettajan ollessa työhuoneessaan näytetään hänen sijaintinsa sitä tiedusteleville opiskelijoille, muuten määritellään vain, että opettaja ei sillä hetkellä ole tavoitettavissa. Samaa voidaan soveltaa opetuspaikkoihin: mikäli opettaja on luennolla, ilmoitetaan opiskelijalle hänen sijaintinsa, mutta kerrotaan, että tilassa on opetus kesken.

Väärin suunniteltua järjestelmää voitaisiin kuitenkin väärinkäyttää helposti. Mikäli järjestelmä ilmoittaa opettajan sijainnin vain silloin, kun hän on työhuoneessaan, voidaan ääritapauksissa esimerkiksi työhuoneeseen murtautuminen ajoittaa, kun huone ja sitä ympäröivät huoneet ovat tyhjiä.

Yksityisyyttä voidaan suojella myös sosiaalisilla menetelmillä, kuten kaverilistalla. Käyttäjä voi lisätä käyttäjiä kaverilistaansa ja jakaa kavereita eri ryhmiin. Tämän jälkeen eri ryhmille voisi määritellä tiloja, joissa ryhmän ystävät näkevät käyttäjän sijainnin.

Mikäli käyttäjien liikettä halutaan seurata pitkällä aikavälillä ja esimerkiksi rakennuksen eri huoneiden käyttöasetetta halutaan tutkia, tulisi käyttäjien sijaintitiedot tallentaa tietokantaan. Tämän tiedon tallennuksessa tulisi myös ottaa huomioon, millä tarkkuudella

käyttäjien tiedot tallennetaan. Hyvä menetelmä yksityisyyden käyttämiseksi on tallentaa käyttäjien tiedot anonyymina niin, että käyttäjän nimi korvataan esimerkiksi pelkällä numerosarjalla. Näitä numerosarjoja ei tiedon tutkintavaiheessa pystyittäisi enää yhdistämään eri käyttäjiin, vaan niitä käsiteltäisiin anonyymisti. [10.]

3 WLAN-tukiasemiin perustuva paikannusratkaisu

Metropolia Ammattikorkeakoulun Leppävaaran kampukselle haluttiin toteuttaa paikannusjärjestelmä, jota pystyittäisiin hyödyntämään erilaisille projekteille ja sisätilapaikannusta hyödyntäville sovelluksille. Insinööritöinä tehtyyn järjestelmään kuului paikannuspalvelin ja puhelinsovellus, joka nimettiin Kampus Navigatoriksi.

3.1 Paikannusratkaisu

Kehitetyn paikannusjärjestelmän paikannuskeinoksi valittiin WLAN-paikannus. WLAN-pohjaisessa järjestelmässä aloituskustannukset ovat todella pienet, mikäli paikannettavassa ympäristössä on jo ennestään kattava WLAN-verkko. Oppilaitoksen kampusalueella oli entuudestaan jo hyvin kattava WLAN-tukiasema verkosto, jota pystyttiin hyödyntämään paikannusjärjestelmässä. Näin välttyttiin uusien laitteiden hankinnoilta ja pystyttiin samalla kehittämään järjestelmä, jonka siirrettävyys muihin rakennuksiin olisi mahdollista ilman suuria kustannuksia.

WLAN-paikannuksessa majakkoina toimivat tavalliset WLAN-tukiasemat. Yrityksissä ja liiketiloissa on nykyään tilan kattava WLAN-tukiasemien verkko, ja näitä jo olemassa olevia tukiasemia voidaan hyödyntää sisätilapaikannuksen käyttöön otossa.

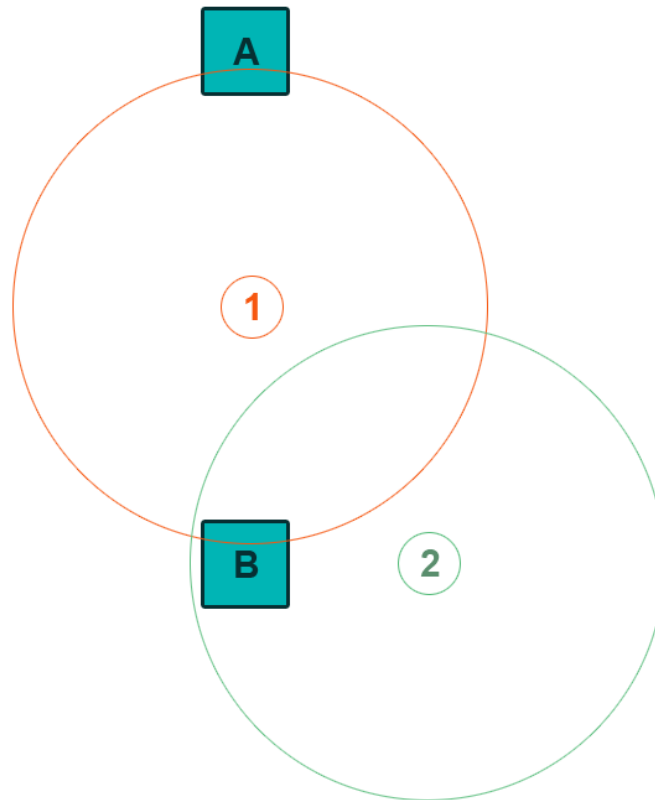
Järjestelmään tuo arvoa myös yhteensopivien päätelaitteiden määrä. Lähes jokainen nykyaikainen puhelin tukee WLAN-verkkoja, jolloin niiden signaaliveimakkuudet ovat saatavilla. Apple on ainoana valmistajana estänyt WLAN-verkkoja lukevien sovellusten levittämisen omassa sovelluskaupassaan huhutun oman liiketoimintaintressin vuoksi. Ohjelmien tekeminen Applen puhelimille on mahdollista, mutta niiden levitys on hankalaa, koska Applen sovelluskaupan käyttöehdot kieltävät WLAN-verkkoja skannaavien sovelluksien julkaisun sovelluskaupassa.

Sormenjälkimenetelmä

WLAN-pohjaisissa paikannusratkaisuissa sormenjälkimenetelmä on yleisimmin käytetty paikannusmenetelmä. Se toimii niin, että halutuista sijainneista määritellään ensin yksilöllinen sormenjälki ja myöhemmin tätä sormenjälkeä verrataan käyttäjän lähettämään sormenjälkeen. Yksilöllinen sormenjälki muodostetaan johonkin tiettyyn sijainneista sidottavissa olevilla tiedoilla, jotka pystyvät erottamaan sen muista sijainneista.

WLAN-pohjaisissa järjestelmissä sormenjälki muodostetaan skannaamalla aluksi halutuissa sijainneissa kuuluvat langattomat verkot sekä niiden voimakkuudet. Nämä tiedot tallennetaan sen jälkeen järjestelmään, ja niitä verrataan käyttäjän lähettämiin tietoihin. Eri laitevalmistajistajien ja käyttäjien erilaisten päätelaitteiden vuoksi eroavat sormenjäljet hyvin usein aikaisemmin mitatusta tiedosta, ja sen vuoksi niitä ei voida verrata suoraan keskenään. Tämän takia vertailussa käytetään usein erilaisia algoritmeja, jotka pystyvät määrittelemään käyttäjän todennäköisimmän sijainnin. [1.]

Kuvassa 1 nähdään esimerkki kahdesta sijainnista, A ja B, sekä niihin kuuluvista langattomista WLAN-verkoista 1 ja 2. Sijaintien sormenjälkiskannauksessa sijainnin A sormenjäljen määrittelee ainoastaan verkko 1, ja näin ollen sijainnin sormenjälki on tallennettu järjestelmään niin, että sen yksilöivä tekijä on ainoastaan verkon 1 tiedot. Sijainnin B sormenjälkiskannauksessa on sen sormenjälkeen tallentuneet tiedot verkosta 1 ja 2, koska molemmat kuuluvat sen alueella. Näin ollen sijainnin B yksilöivään sormenjälkeen on tallennettu molempien verkkojen tiedot.



Kuva 1. Langattomien tukiasemien asettelu skannattuihin sijainteihin nähden.

Mikäli oletetaan, että esimerkki tapahtuu avoimessa tilassa, ovat sijaintien A ja B saamat tiedot verkosta 1 identtiset, koska niiden etäisyys verkon keskikohdasta on sama. Kun sijainnit ovat samat, on välimatkan aiheuttama signaalihäviö yhtä suuri molemmissa tapauksissa, ja näin ollen verkon tiedot näkyvät molemmissa sijainneissa samalla tavalla. Koska verkosta 1 saadut tiedot ovat sijainneissa samat, on sijaintien ainoa erottava tekijä sijaintiin B vaikuttava verkko 2.

Langattomiin verkkoihin perustuvan järjestelmän tarkkuus vaihtelee paljon riippuen rakennuksen piirteistä. Mikäli rakennuksessa on kiinteät betoniseinät ja useita tukiasemia, syntyy sijaintien välille selkeitä signaalivoimakkuuseroja, ja näin sijainti on helpompi määrittää. Mikäli tiloja on rajattu paljon lasilla tai esimerkiksi verhoilla, eivät signaalien voimakkuudet vaihtelee tarpeeksi paljon sijaintien välillä, jotta saataisiin luotettavia tuloksia sijainnin tiedustelussa. Taulukossa 1 nähdään eri materiaalien aiheuttamat signaalivaimennukset.

Taulukko 1. Radiosignaalin vaimennus eri materiaaleissa 2,4 GHz:n taajuudella [11].

Materiaali	Vaimennus
Ikkunallinen tiiliseinä	2 dB
Metallikehysinen rakennuksen lasiseinä	6 dB
Metallinen ovi toimiston seinässä	6 dB
Harkkoseinä	4 dB
Metallinen ovi tiiliseinässä	12,4 dB
Kipsilevy	3-4 dB
Puinen ovi	3 dB

Sormenjälkimenetelmään perustuvan järjestelmän suurin haaste on järjestelmän ylläpito. Järjestelmää joudutaan päivittämään yleensä kahdesta syystä: huoneen olemuksen ja tietojen muutos, jolloin sen tiedot pitää päivittää tietokantaan, tai tukiasemien tietojen ja asetusten muutos, jolloin huonetieto pysyy samana, mutta huoneen sormenjälki muuttuu. Huoneiden sormenjälkiin saattavat vaikuttaa myös yleisesti langattomien signaalien voimakkuuteen vaikuttavat muutokset. Signaalin voimakkuuteen voi vaikuttaa esimerkiksi avoin ovi, ihmisten kehot tai tukiaseman fyysinen suuntaus. Ilmankosteuden on myös huomattu vaikuttavan signaalien kulkuun, koska WLAN-verkon taajuus 2,4 GHz, on myös veden resonointitaajuus. [2.]

3.2 Palvelinratkaisun toteutus

Insinööritöyönä tehty paikannusjärjestelmä koostuu kahdesta osa-alueesta: paikannuspalvelimesta ja palvelimeen yhteydessä olevasta Kampus Navigator -puhelinsovelluksesta. Järjestelmästä haluttiin saada mahdollisimman kevyt asiakaslaitteelle, joten se rakennettiin niin, että mahdollisimman moni toimenpide suoritetaan palvelimella ja se on yhteydessä reaaliaikaisesti puhelinsovellukseen. Järjestelmästä haluttiin myös luoda yleiskäyttöinen niin, että sen toimivuus ei rajautuisi vain Kampus Navigator -puhelinsovellukselle.

Paikannuspalvelimen suoritusympäristö

Paikannuspalvelimen suoritusympäristöksi valittiin Node.js, koska sen soveltuvuus reaaliaikaisiin sovelluksiin ja useiden samanaikaisten yhteyksien hallintaan on hyvä. Node.js on palvelimelle suunnattu kokonaisuus, joka yhdistää selainpuolella usein käytetyn JavaScriptin ja sen suorittamiseen tarvittavan moottorin, Googlen V8:n.

Reaaliaikaisten yhteyksien lisäksi Node.js:n vahvuutena on sen laaja pakettinhallintajärjestelmä NPM (Node Packaged Modules). NPM toimii keskitettynä moduulikirjastona, josta löytyy valmiiksi luotuja komponentteja, joita voidaan hyödyntää Noden sisällä erilaisiin yleisesti esiintyviin tarpeisiin, kuten kirjautumisten hallintaan tai reaaliaikaisten yhteyksien hallintaan. [12.]

CouchDB-tietokanta

Kampus Navigatorin tietokannassa säilytettiin huoneiden metatietoja ja käyttäjien henkilötietoja. Huoneiden metatiedoissa säilytettiin kartan piirtämiseen tarvittavia arvoja, kuten kerros, jossa huone sijaitsee, sekä piirrettävän pisteen tai merkitsimen leveys- ja pituusasteet.

Järjestelmän tietokannaksi valittiin dokumenttipohjainen tietokanta CouchDB. JavaScriptissä käytetään usein avoimeen standardiin perustuvaa tekstipohjaista tietformaattia JSON:ia tiedon siirtämiseen. Dokumenttipohjaisessa tietokannassa voidaan tallentaa JSON-objekteja suoraan tietokantaan yksittäisiksi dokumenteiksi, jotka vastaavat tavanomaisen tietokannan rivejä.

Metatiedot tallennettiin omaan tietokantaansa, jotta järjestelmässä voidaan tulevaisuudessa sitoa sijainteihin vapaasti muita tietoja. Prototyypin vaiheessa puhelinsovelluksessa kehitettiin karttapohjaa, joka näytti käyttäjän sijainnin pohjapiirrustuksen päällä. Tätä visualisointia varten täytyi huoneeseen liittää tieto sen fyysisestä sijainnista, jotta kartta osaa merkitä käyttäjälle oikean sijainnin. Tulevaisuudessa samoihin tietoihin voidaan liittää esimerkiksi huoneessa sillä hetkellä olevien henkilöiden määrä, joka on ohjelmistolle tarpeellista tietoa ja liittyvät selkeästi johonkin tiettyyn sijaintiin. Esimerkissä 1 nähdään tietokantadokumentti, jossa on huoneeseen liitettyjä metatietoja. [13.]

```
{
  "_id": "b224",
  "_rev": "2-ce9a7f9cf92f5921df48ca7dc6ded5c9",
  "lat": 60.22084696812266,
  "long": 24.807423949241638,
  "floor": "2"
}
```

Esimerkki 1. Huoneen "B224" liitetyt metatiedot.

Metatiedoista selviää huoneen yksilöllinen tunniste "_id", tietokantadokumentin revisionumero "_rev", huoneen pituus- ja leveysasteet "lat" ja "long" ja sen kerroksen numero "floor", jossa huone sijaitsee.

Käyttäjätiedoissa säilytettiin Kampus Navigatorin yhteydessä tehdyn puhelinsovelluksen muiden ominaisuuksien tarvitsemia tietoja. Käyttäjän ryhmätiedolla puhelinsovellus hakee Metropolian tarjoamasta rajapinnasta käyttäjän kalenterin kyseiselle päivälle. Käyttäjän "status"- ja "availability"-tilaa käytetään määrittämään, onko käyttäjä yhteydessä järjestelmään ja minkä saatavuuden käyttäjä on kyseisellä hetkellä itselleen määritellyt. Esimerkissä 2 nähdään tietokantadokumentti, jossa säilytetään käyttäjän tietoja.

```
{
  "_id": "fe538aaa076e9976d2fc6ac91594b17d",
  "_rev": "124-dbb9211f432ae082eee93dd6cef868b9",
  "username": "joaking",
  "firstname": "Joakim",
  "lastname": "Granbohm",
  "group": "TV10S1M",
  "status": 0,
  "availability": "away"
}
```

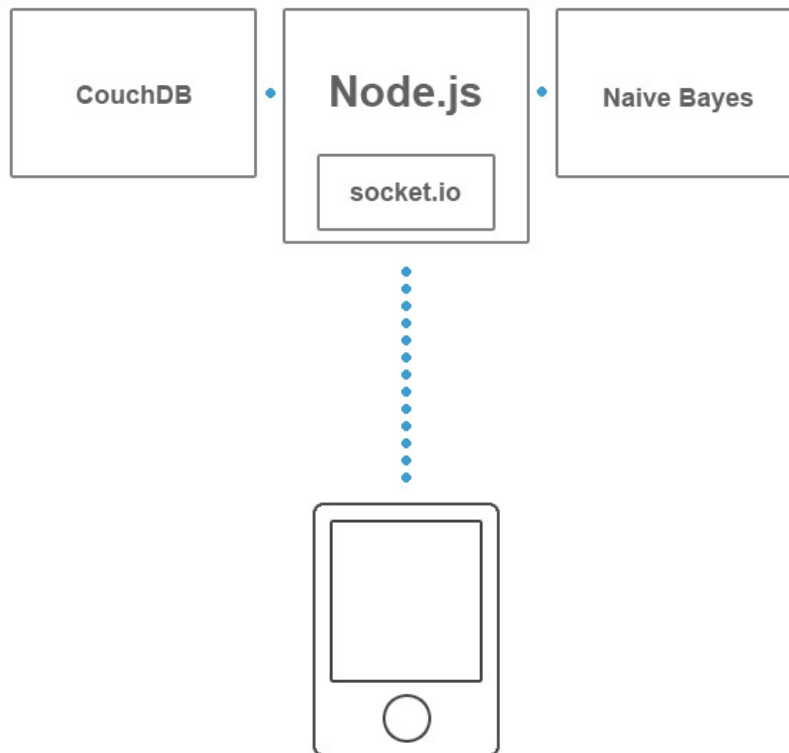
Esimerkki 2. Käyttäjän tiedot tietokannassa.

Asiakas-palvelinkommunikaatio

Asiakas-palvelinkommunikaatioon haluttiin ratkaisu, joka tukee reaaliaikaista viestitystä ja suoriutuu helposti useille käyttäjille lähetettävästä tiedosta. Node.js-ympäristöön on tätä varten tehty lisäosa nimeltä Socket.io.

Socket.io on tehty reaaliaikaisten socket-yhteyksien luomisen helpottamiseksi. Socket.io hyödyntää ensisijaisesti selainten socket-yhteyden tukea, mutta tukee myös vanhempia tekniikoita. Socket-yhteydellä tarkoitetaan jatkuvaa yhteyttä käyttäjän ja palvelimen välillä. Socket-yhteydessä kumpikin osapuoli voi alkaa lähettämään tietoa toiselle minä hetkenä hyvänsä, ilman erillistä alustusta. Jatkuvalla Socket-yhteydellä mahdollisestetaan, että asiakaslaitteen ei tarvitse lähettää kyselyitä palvelimelle jollakin määritellyllä aikavälillä, vaan tieto päivittyy asiakkaan päätelaitteessa heti, kun palvelin huomaa sen muuttuneen. [14.]

Kun käyttäjien laitteet ovat jatkuvassa yhteydessä palvelimeen, pystytään kaikille käyttäjille välittämään tietoa yhtäaikaan. Yhden käyttäjän muuttunut tieto voidaan havaita palvelimella ja automaattisesti levittää muille käyttäjille. Tämä ominaisuus on erityisen tärkeää yhteisöllisissä sovelluksissa, koska niissä halutaan usein välittää tietoa usealle käyttäjälle. Kuvassa 2 nähdään, miten käyttäjän laitteelta lähetetty tieto kulkee palvelimen eri osa-alueisiin.



Kuva 2. Kampus Navigatorin tiedonsiirto.

Käynnistyksen yhteydessä puhelinsovellus alkaa skannata saatavilla olevia WLAN-verkkoja ennalta määritellyllä viiden sekunnin aikavälillä. Skannauksen tehtyään lähettää käyttäjän päätelaite kuuluvissa olevien WLAN-verkkojen tiedot Socket.io-yhteyden kautta Node.js-palvelimelle, joka lähettää tiedot eteenpäin Naive Bayes -luokittimelle ja kysyy tarvittavat lisätiedot CouchDB-tietokannalta.

Tällä menetelmällä käyttäjän laite lähettää vain yhden pyynnön palvelimelle ja palvelin suorittaa kyselyn muilta palvelun osa-alueilta. Kun päätelaitteen ja palvelimen välinen liikenne on rajattu yhteen kyselyrajapintaan, voidaan sitä hallita selkeämmin ja tiedon siirtoa voidaan seurata helpommin. Esimerkissä 3 nähdään, miten käyttäjän laitteelta lähetetty tieto on muotoiltu.

```

4c:e6:76:21:25:78/Owlwise/2422/-
88,a4:e7:31:1d:a1:50/NOKIALumia710_8701/2462/-
88,7a:1f:aa:50:f9:4b/iPhone(PC)/2462/-
88,54:be:f7:44:45:e9/slummipusikko/2437/-
67,e8:40:f2:56:62:9d/f42bad/2437/-88,84:db:2f:3d:20:95/Mokkula-
2095/2417/-88,

```

Esimerkki 3. Asiakkaan päätelaitteen palvelimelle lähettämä tieto, jossa saatavilla olevien WLAN-verkkojen tiedot on yhdistetty yksittäiseen merkkijonoon.

Merkkijonossa eri verkot on eroteltu pilkulla ja yksittäisen verkon tiedot on eroteltu vi-noviivalla. Yksittäisen verkon tietoihin sisältyy sen BSSID-tunnus, SSID-tunnus, verkon taajuus sekä sen signaalivoimakkuus. Lähetettyä tietoa verrataan olemassa olevaan vertailutietoon Naive Bayes -luokittimen avulla. Vertailun jälkeen luokitin palauttaa käyttäjän todennäköisimmän senhetkisen sijainnin Node.js-palvelimelle, joka lähettää tiedot eteenpäin käyttäjän päätelaitteelle Socket.io-yhteyden avulla.

Socket.io:n laaja selaintuki on Kanan tapauksessa tarpeeton, koska puhelinsovellusta luotaessa tiedetään sovelluksen käyttämä selain eikä se ole käyttäjän valittavissa. Mikäli palvelinta kuitenkin käytettäisiin johonkin muuhun prototyyppiin tai kokeiluun, voisi laaja selaintuki olla tarpeellinen.

Naive Bayes -luokitin

Järjestelmän paikannus perustuu olemassa olevaan skannattuun tietoon ja sen vertaamiseen käyttäjän laitteen lähettämään tietoon. Tähän vertailuun käytetään Naive Bayes -samankaltaisuusluokitinta. Naive Bayes -luokitin on yksinkertainen probabilistinen luokittelija, joka yhdistää Bayesin teoreeman ja vahvoja itsenäisysoletuksia.

Yksinkertaistettuna Naive Bayes -luokitin olettaa, että tietyn ominaisuuden arvo on riippumaton jonkin toisen ominaisuuden läsnäolosta tai poissaolosta. Esimerkkinä voidaan ajatella sijaintia, jossa oletetaan olevan X-,Y- ja Z-ominaisuudet. Naive Bayes -luokitin ottaa jokaisen paikan määrittämisessä ominaisuuden X huomioon itsenäisesti huolimatta Y- tai Z-ominaisuuden poissaolosta tai läsnäolosta. [15.]

3.3 Ylläpito

Paikannusjärjestelmän ensimmäisen sormenjälkiskannauksen jälkeen tulee järjestelmää päivittää aina, kun skannattuihin tiloihin tai järjestelmän laitteistoon tulee muutoksia. Koska järjestelmä pohjautuu WLAN-verkkoihin, voivat muutokset olla esimerkiksi vaihtunut verkon nimi, siirretty tukiasema taikka vioittunut tukiaseman antenni. Skannattujen tilojen muutokset ovat harvinaisempia, ja niihin kuuluvat esimerkiksi uuden väliseinän rakennus tai suurten huonekalukokonaisuuksien siirtäminen.

Tilojen muutos vaikuttaa WLAN-signaalien kulkuun ja näin ollen muuttaa huoneen sorme jälkeä. Näytteenottopisteet on taltioitu järjestelmään niin, että niihin on liitetty langattoman verkon nimi, signaalin vahvuus, tukiaseman nimi ja verkon taajuus. Mikäli esimerkiksi verkon nimi muuttuu, tulee järjestelmä sokeaksi uudelle verkolle ja sitä ei näin ollen huomioida, kun käyttäjän lähettämää sormenjälkeä verrataan järjestelmässä jo olevaan sormenjälkeen. Mikäli verkko on ainoa eroava tekijä kahden sijainnin välillä, tulee molemmista sijainneista epätarkkoja.

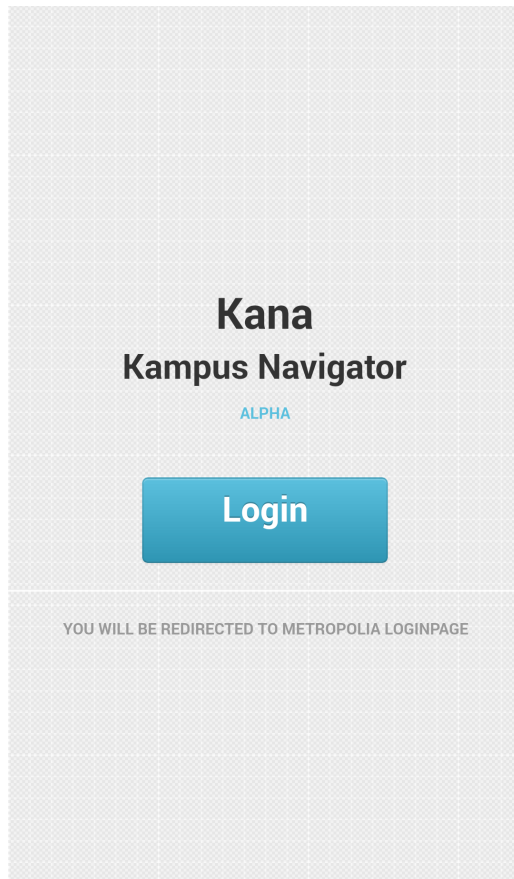
4 Kana – Kampus Navigator -pilotti

Kampus Navigatorin tarkoituksena on tarjota Metropolian opiskelijoille ja Metropoliasa vieraileville henkilöille mahdollisuus huoneiden paikannukseen ja huonetietojen ympärille rakennettujen palveluiden käyttämiseen puhelimella. Kampus Navigatorin kehityksessä päästiin prototyyppivaiheeseen, jossa käyttäjä pystyi kirjautumaan Metropolia-tunnuksillaan ohjelmaan, näkemään oman sijaintinsa ja aikataulunsa, näkemään muiden käyttäjien sijainnin ja saatavuuden, muuttamaan ohjelman asetuksia sekä antamaan palautetta ohjelman toimivuudesta ja kehitysideoista.

4.1 Kirjautuminen

Kampus Navigatorin käynnistäessään käyttäjä saapuu kirjautumisruutuun, joka ohjaa käyttäjän Metropolian kirjautumissivulle. Metropolian kirjautumista haluttiin hyödyntää, jotta ohjelman käyttö voidaan rajata Metropolian opiskelijoiden ja työntekijöiden käyt-

töön olemassa olevalla järjestelmällä. Vieraiden käyttöön ohjelmaan oli tarkoitus lisätä erillinen kirjautuminen, jossa päästään käyttämään ohjelmaa vierastilassa, mutta tätä ominaisuutta ei prototyyppiin keretty luomaan. Kuvassa 3 nähdään Kampus Navigatorin oletusnäky, kun sovellus käynnistetään.



Kuva 3. Kampus Navigatorin käynnistysruutu, josta käyttäjä voi edetä sisäänkirjautumiseen.

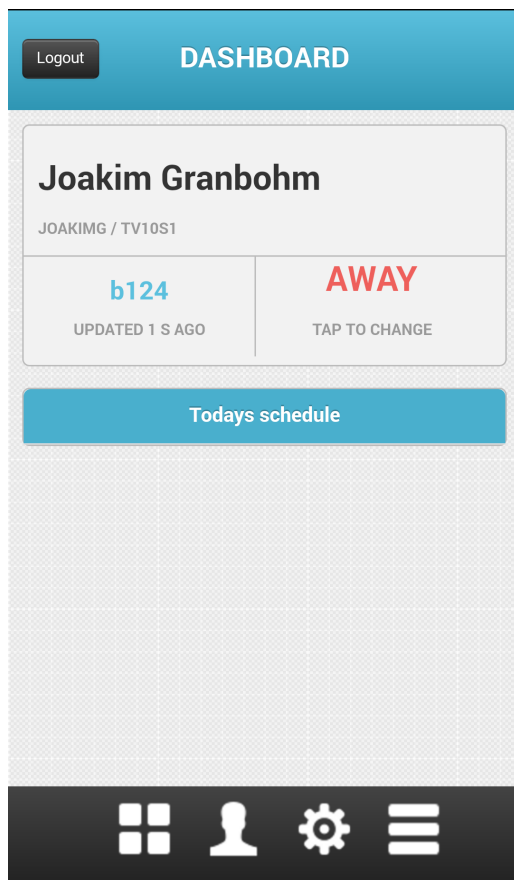
4.2 Päänäkymä

Onnistuneen kirjautumisen jälkeen käyttäjä ohjataan kuvan 4 mukaiseen sovelluksen päänäkymään. Päänäkymän tarkoituksena on koota oleellisimmat käyttäjän tarvitsemat tiedot yhteen näkymään, jotta ohjelmaa vilkaistessa käyttäjälle jää mahdollisimman kattava kuva senhetkisestä tilanteesta.

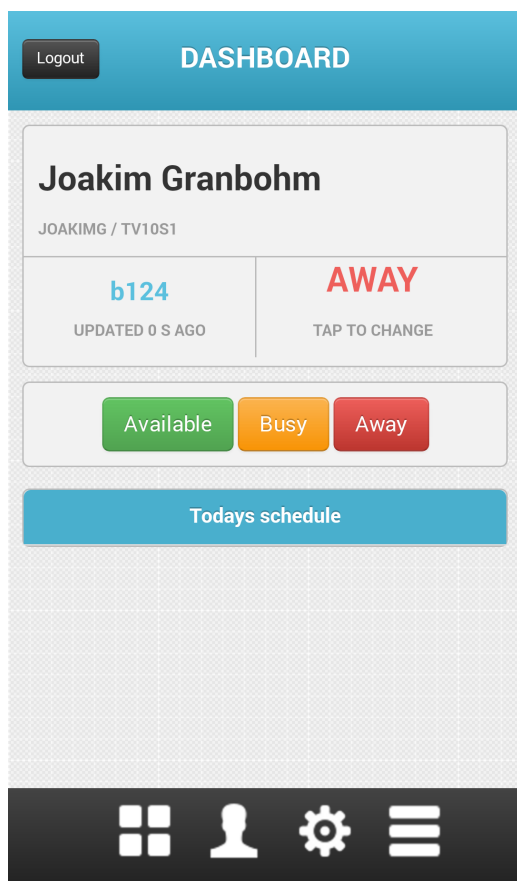
Päänäkymästä käyttäjä voi kirjautua ulos ohjelmasta, jolloin Metropolia-kirjautuminen vaaditaan seuraavalla käynnistyksellä. Mikäli käyttäjän tietoihin on liitetty ryhmätunnus

ja ryhmällä on lukujärjestykseen merkittyjä tunteja, listaa ohjelma ne tietojen yhteenvedon jälkeen "Todays schedule" -kohdassa.

Käyttäjän tila on listattu yleisnäkymän oikeassa reunassa. Tämä tila on ilmoitus muille käyttäjille kyseisen käyttäjän tilasta. Esimerkiksi opettajat voivat käyttää tätä tilaa kertoakseen, ovatko he tavattavissa omasta työhuoneestaan. Tila voidaan vaihtaa napauttamalla senhetkistä tilaa ja valitsemalla uusi tila avautuvasta valintaruudusta kuvan 5 mukaisesti.



Kuva 4. Puhelinsovelluksen päänäkömä.

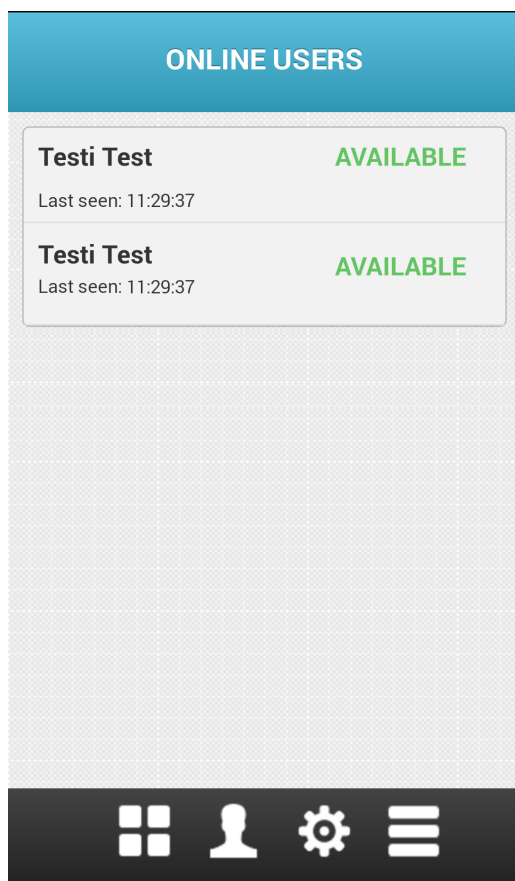


Kuva 5. Käyttäjän tilavalinta.

4.3 Muiden käyttäjien seuraaminen

Ohjelman käyttäjälistaukseen suunniteltiin rajausta, joka olisi estänyt kaikkien kirjautuneena olevien käyttäjien seuraamisen. Kaikkien käyttäjien sijainnin sijasta ohjelma näyttäisi vain niiden käyttäjien tilan, jotka ovat antaneet henkilölle luvan sijainnin seuraamiseen esimerkiksi kaveripyynnön avulla. Tämänkaltaisen rajausta lisäisi ohjelman yksityisyyttä ja käyttömukavuutta huomattavasti.

Kana mahdollistaa myös muiden käyttäjien tilan ja sijainnin seuraamisen. Ohjelma listaa kuvan 6 "Online users" -kohdassa sillä hetkellä kirjautuneena olevat käyttäjät, heidän sijaintinsa viimeisimmän päivityksen ja heidän määrittelemänsä tilan.

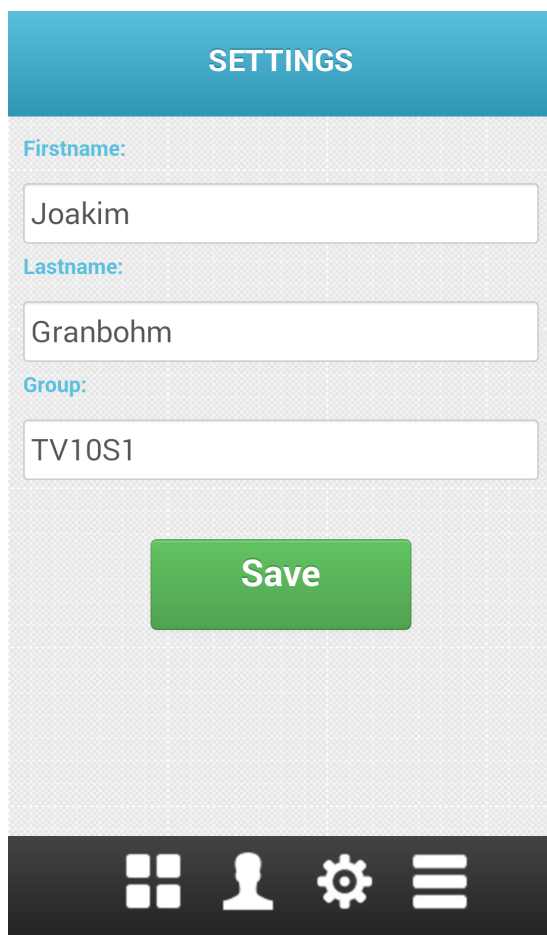


Kuva 6. Listaus kahdesta kirjautuneena olevasta testikäyttäjistä ja heidän tiloistaan.

4.4 Asetukset

Kun käyttäjä kirjautuu ohjelmaan ensimmäisen kerran, sovellus kysyy käyttäjältä hänen koko nimensä ja ryhmänsä. Näitä tietoja käytetään myöhemmin esimerkiksi aikaisemmin mainittuun kalenteritietojen hakemiseen. Mikäli käyttäjä kuitenkin haluaa vaihtaa antamia tietoja, niihin on kuvan 7 mukainen "Settings"-osio, joka listaa muutettavissa olevat tiedot.

Asetusosio oli ohjelman prototyyppivaiheessa vielä yksinkertainen, mutta tarjosi mahdollisuuden muiden asetusten lisäämiseen ohjelman kehityksen edetessä. Näitä asetuksia voisivat olla sijainnin päivityksen intervalli tai ohjelman ulkoasun personointiin vaikuttavat määritykset.



SETTINGS

Firstname: Joakim

Lastname: Granbohm

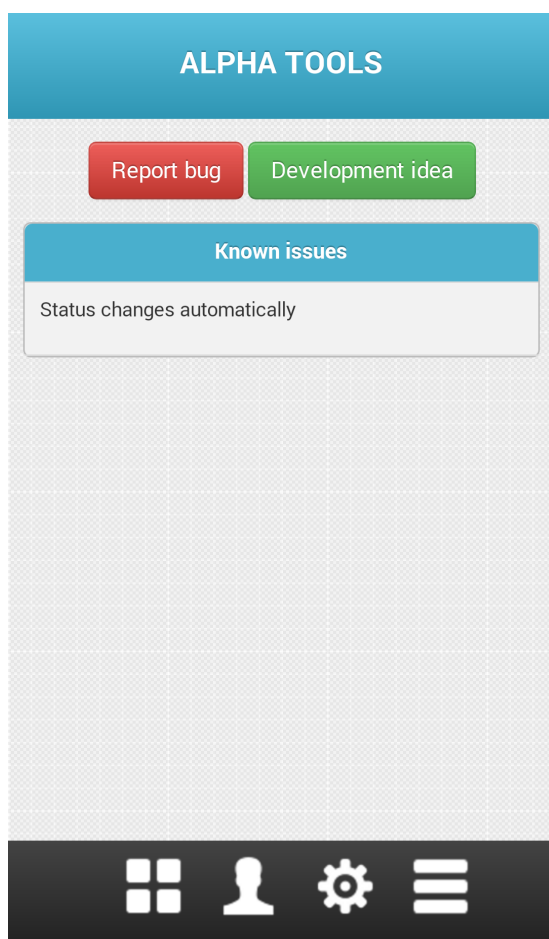
Group: TV10S1

Save

Kuva 7. Ohjelman asetusnäkyvä.

4.5 Palautteen ja kehitysideoiden kerääminen

Kanaa käytettiin Metropoliassa jo useissa eri kokeilussa sen ollessa vielä prototyyppi-vaiheessa. Erilaiset kokeilut mahdollistivat palautteen ja vikaraporttien keräämisen ohjelman kehityksen alkuvaiheessa. Palautteiden ja vikaraporttien ilmoittamiseen luotiin ohjelmaan kuvan 8 mukainen näkymä, joka tarjoaa käyttäjälle mahdollisuuden ilmoitusten tallentamiseen ja listaa käyttäjälle jo tunnetut yleiset viat, jotka ovat kehittäjän tiedossa.



Kuva 8. Prototyypivaiheen raportointinäkymä.

4.6 Alustariippumaton puhelinsovelluskehys

Kanan puhelinsovellus haluttiin toteuttaa mahdollisimman monelle puhelinkäyttöjärjestelmälle, mutta kuitenkin niin, että uudelleen kirjoitettavan koodin määrä olisi mahdollisimman pieni. Tällaiseen tilanteeseen soveltuu hyvin mobiilikehysrunkorakenne, joka mahdollistaa puhelinsovellusten kehittämisen HTML5:tä, CSS3:a ja JavaScriptiä käyttäen. Tällaisia runkorakenteita on tarjolla useita, ja Kampus Navigatoriin valittiin niistä Phonegap.

Phonegap on avoimeen lähdekoodiin perustuva mobiilikehitysrunkorakenne. Phonegapilla luodut sovellukset ovat hybridisovelluksia eivätkä natiivisovelluksia. Hybridisovelluksella tarkoitetaan, että puhelimesta tehdään ulkoasurenderöinnit web-näkymässä natiivin ulkoasurunkorakenteen sijasta. Näiden ohjelmien ei tarvitse kuitenkaan ulkoisesti erota natiiviohjelmista, ja usein käyttäjä ei huomaa niiden välillä eroa.

Hybridisovellukset ovat hieman raskaampia kuin natiivisovellukset ja näin ollen käyttävät enemmän järjestelmäresursseja. Ohjelmistoa ja sen tekotapaa suunniteltaessa tulisi tämä seikka ottaa huomioon ja tutkia, kumpi menetelmä on projektille sopivampi lähestymistapa. Raskaissa sovelluksissa, kuten peleissä, täytyy laskea järjestelmäresursseja ja miettiä laitteen akunkestoa, kun taas yksinkertaisemmissa sovelluksissa, joita kehitetään pienellä ryhmällä, tulisi keskittyä kehitysympäristön tehokkuuteen. [16.]

Ohjelmien asennus ja käyttö on täysin samanlaista kuin natiivisovellusten käyttö. Phonegapin ehdoton etu on kehitetyn ohjelman jakelu useaan eri käyttöjärjestelmään. Phonegapissa voidaan luoda ohjelma esimerkiksi Androidille, mutta kaikki kirjoitettu koodi kääntyy ohjelman sisällä myös iOS:llä käytettävälle näkymälle. Tämä mahdollistaa sen, että ohjelman asetuksia muuttamalla juuri valmistunut Android-ohjelma voidaan kääntää toimivaksi iOS-ohjelmaksi ilman koodimuutoksia.

4.7 Karttavisualisointi

Internetselaimille on pitkään ollut tarjolla useita erilaisia karttavisualisointeja. Näistä visualisoinneista yleisimmin käytetty on Google Maps. Vaikkakin Google Maps tarjoaa erittäin kattavan API-rajapinnan, ei sen tuki täysin räätälöidylle kartalle ollut tarpeeksi kattava Kanan tarpeisiin. Kanan tapauksessa tarvittiin mobiilistävällinen kirjasto, joka samaan aikaan olisi käytettävyydeltään Google Mapsin tasoa sekä kevyt. Näiden kriteerien perustella päädyttiin avoimeen lähdekoodiin perustuvaan Leaflet-JavaScript-kirjastoon, joka hyödyntää OpenStreetMaps-tietoja karttojen piirtämiseen.

Kampus Navigatorin karttapohjina toimivat rakennusten tekniset piirustukset, joista selviää niiden huoneasettelu. Nämä piirustukset asetetaan Leafletissa OpenStreetMaps-kartan päälle kuvana haluttuun sijaintiin. Tämän jälkeen Leafletin koordinaattipisteitä voidaan hyödyntää sisätilakartan sijaintien kartoitukseen.

Kun kartta toteutetaan tällä metodilla, voidaan haluttua ohjelmistoa laajentaa myöhemmin esimerkiksi huomaamaan käyttäjän sijainti myös ulkotiloissa ja vaihtamalla karttanäkymä sisätilakartaksi, kun käyttäjä lähestyy tiettyjä sijaintikoordinaatteja, jolloin voidaan olettaa käyttäjän olevan rakennuksessa tai sen läheisyydessä.

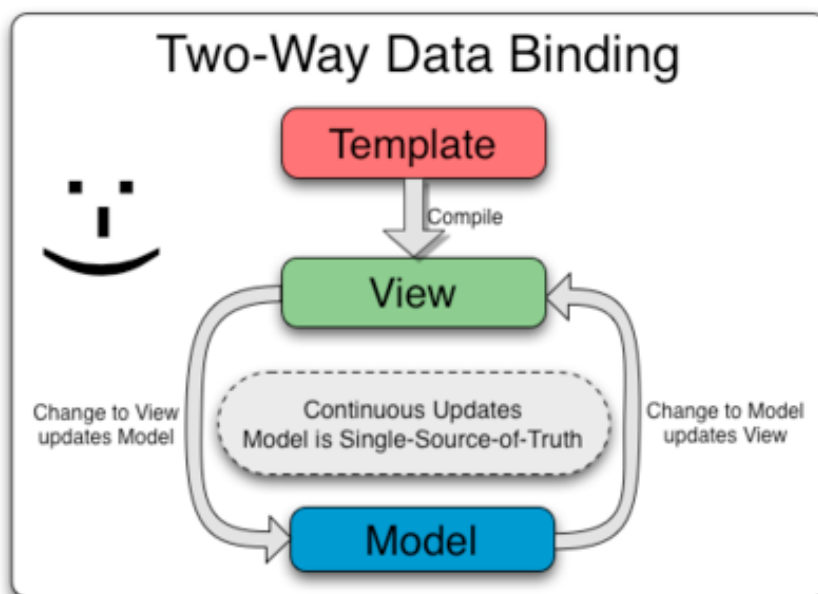
Kun käyttäjän laite tekee pyynnön palvelimelle, palautetaan sille sijaintitiedon mukana kyseisen sijainnin metatietoja, joihin sisältyvät sijainnin koordinaattipisteet ja kerros. Näitä tietoja hyödyntämällä Leaflet valitsee oikean kerroksen piirustuksen ja merkitsee käyttäjän sijainnin piirustukseen käyttäen koordinaattipisteitä.

4.8 Käyttöliittymän tietomallisidonta

Koska Kanan perustuu reaaliaikaiseen tietoon, se haluttiin ottaa huomioon käyttöliittymän suunnittelussa. Käyttöliittymässä haluttiin hyödyntää reaaliaikaista tiedon heijastusta ulkoasuun. Tähän tarkoitukseen on useita ratkaisuja, joista Kanassa päädyttiin Angular.js:ään.

Angular.js on avoimeen lähdekoodiin perustuva web-sovelluskehys, jota ylläpitävät Google ja laaja yhteisö. Angularin tarkoituksena on helpottaa single-page-sovellusten luomisessa. Single-page-sovelluksen ajatuksena on, että kaikki tarvittava HTML-, JavaScript- ja CSS-koodi noudetaan yhdellä sivulatauksella ja muu tieto noudetaan myöhemmin dynaamisesti, käyttäjän toiminnan seurauksena. Angular.js lisää näihin sovelluksiin mahdollisuuden käyttää MVC (Model View Controller) -ominaisuuksia käyttäen pelkästään HTML-, CSS- ja JavaScript-tekniikoita. [17.]

Angularia käytetään Kanassa sen kuvan 9 mukaisen kaksisuuntaisen tietomallisidontan vuoksi. Angular tulkitsee aluksi ulkoasumallipohjan (template) käyttäjän selaimeen. Tulkinnan aikana Angular muodostaa ulkoasusta reaaliaikaisen, minkä jälkeen se heijastaa siihen kaikki muutokset, jotka tapahtuvat tietomallissa. Vastaavasti mikäli ulkoasussa muutetaan tietoja, ne heijastuvat välittömästi tietomalliin.



Kuva 9. Angularin kaksisuuntainen tietomallisisidonta [14].

Kuvassa 9 nähdään, miten kaksisuuntainen tietomallisisidonta toimii Angularissa käytännössä. Esimerkkinä voidaan ajatella tilannetta, jossa käyttäjä näkee listan käyttäjistä ja heidän määrittelemästään saatavuustilasta. Näkymää varten on luotu aluksi mallipohja, josta muodostetaan laatuismisvaiheessa senhetkistä ohjelman tilaa vastaava näkymä, eli henkilöiden senhetkiset saatavuudet. Mikäli jokin saatavuuksista muuttuisi, luottaa näkymä tietomallilta tulleeeseen tietoon ja heijastaa siitä uuden näkymän. Vastaavasti kun käyttäjä vuorovaikuttaa ohjelmiston kanssa ja vaihtaa oman saatavuutensa näkymän näppäimistä, heijastuu se takaisin tietomalliin.

Kanan tapauksessa käyttäjän tila lähetetään tietomallista eteenpäin palvelimelle. Tieto välittyy palvelimelta muiden käyttäjien tietomalleihin. Kun ohjelma huomaa tietomallin muuttuneen, se päivittää näkymän vastaamaan tietomallin uutta tilaa ja näin ollen näyttää muille käyttäjille tilansa vaihtaneen käyttäjän uuden tilan.

5 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin reaaliaikaista paikannusta yleisesti, sisätilapaikannuksen eri vaihtoehtoja ja sisätilapaikannuksen nykytilaa sekä sen hyödyntämistä kampusympäristössä.

Työssä tehtiin WLAN-paikannusta hyödyntävä järjestelmä Metropolian toimipisteeseen ja sitä käyttävä puhelinsovellus. Työssä todettiin järjestelmän käyttöönoton olevan hitaampaa kuin muissa järjestelmissä mutta kustannustehokasta olemassa olevien komponenttejen hyödyntämisen vuoksi. Järjestelmästä saatiin haluttuja tuloksia, ja sen huonekohtainen tai jopa tarkempi tarkkuus osoittautui riittäväksi kyseiseen käyttötapukseen.

Kehityksen jälkeen paikannuspalvelinta hyödynnettiin useissa opiskelijaprojekteissa, joissa luotiin erilaisia pelejä ja muita sovelluksia, jotka hyödynsivät paikannuspalvelinta.

Samaan paikannuspalvelimeen perustuva järjestelmä otettiin käyttöön myös Stuttgartin yliopistossa. Järjestelmästä luotiin ensin yksinkertaistettu versio, jossa oli toiminnassa vain paikannukseen liittyvät osa-alueet. Tämä versio toimitettiin sen jälkeen ohjeistuksella Stuttgartiin, jossa opiskelijat asensivat järjestelmän ja ottivat sen käyttöön.

Tulevaisuudessa tulisi miettiä vaihtoehtoisia keinoja järjestelmän hyödyntämiseen kampusympäristössä ja tutkia, kuinka järjestelmän eri heikkouksia voitaisiin parantaa ja tehdä siitä helpommin käyttöönotettava ja vähemmän herkkä verkon tai rakennuksen rakenteellisille muutoksille.

Lähteet

- 1 Bartlett, David. 2013. Essentials of Positioning and Location Technology. Cambridge University Press.
- 2 Mautz, Rainer. 2012. Indoor Positioning Technologies. Verkkodokumentti. <<http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:5659/eth-5659-01.pdf>>. Luettu 1.8.2014.
- 3 Brown, Tracy; McCabe Steven; Wellford Charles. Global Positioning System (GPS) Technology for Community Supervision: Lessons Learned. Verkkodokumentti. <<https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/219376.pdf>>. Luettu 12.4.2014.
- 4 Charaghi, F; Rajabi, M.A. A Bluetooth-based indoor LBS system. Verkkodokumentti. <http://www.isprs.org/proceedings/xxxviii/4-w13/id_72.pdf>. Luettu 20.5.2014.
- 5 Estimote Real-world context for your apps. 2014. Verkkodokumentti. Estimote Inc. <<http://estimote.com/>>. Luettu 10.8.2014.
- 6 How Elsi Technology works. 2014. Verkkodokumentti. Elsi Technologies. <<http://www.elsitechnologies.com/index.php/en/how-it-works/how-elsi-technology-works>>. Luettu 16.8.2014.
- 7 9Solutions. 2014. Verkkodokumentti. 9Solutions Ltd. <<http://www.9solutions.com/>>. Luettu 13.9.2014.
- 8 Tode, Chantal. 2014. Carrefour supercharges app with indoor navigation, social shopping, targeted ads. Verkkodokumentti. <<http://www.mobilecommercedaily.com/carrefour-supercharges-app-with-indoor-navigation-social-shopping-targeted-ads>>. Luettu 10.8.2014.
- 9 Kopytoff, Verne. 2013. Stores Sniff Out Smartphones to Follow Shoppers. Verkkodokumentti. <<http://www.technologyreview.com/news/520811/stores-sniff-out-smartphones-to-follow-shoppers/>>. Luettu 1.8.2014.
- 10 Nurmi, Petteri. 2014. Location-Based Services. Verkkodokumentti. <http://www.cs.helsinki.fi/u/ptnurmi/teaching/LA14/Location_Awareness_LECTURE_II.pdf>. Luettu 17.8.2014.
- 11 Stein, John. Indoor Radio WLAN Performance. Verkkodokumentti. <http://erasme.org/IMG/experience_attenuation.pdf>. Luettu 16.5.2014.
- 12 Node.js. 2014. Verkkodokumentti. Joyent Inc. <<http://nodejs.org/>>. Luettu 14.5.2014.

- 13 CouchDB. 2014. Verkkodokumentti. Apache Software Foundation.
<<http://couchdb.apache.org/>>. Luettu 15.5.2014.
- 14 Socket.io. 2014. Verkkodokumentti. Socket.io. <<http://socket.io/docs/>> . Luettu 28.5.2014.
- 15 Mitchell, Tom M. Generative and Discriminative Classifiers: Naïve Bayes and Logistic Regression. Verkkodokumentti.
<<http://www.cs.cmu.edu/~tom/mlbook/NBayesLogReg.pdf>>. Luettu 10.6.2014.
- 16 Phonegap. 2014. Verkkodokumentti. Adobe Systems.
<<http://phonegap.com/about/>>. Luettu 14.6.2014.
- 17 Data Binding in Classical Template Systems. 2014. Verkkodokumentti. Google.
<<https://docs.angularjs.org/guide/databinding>>. Luettu 20.6.2014.